

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-313710
 (43)Date of publication of application : 05.11.1992

(51)Int. Cl. G02B 6/30
 G02B 6/12
 G02B 6/24

(21)Application number : 03-053574 (71)Applicant : FUJITSU LTD
 (22)Date of filing : 27.02.1991 (72)Inventor : ISONO HIDEKI
 KOMATSU MASASHI
 NODA HIDEKI
 HATTORI KAZUE
 OMORI YASUHIRO

(30)Priority

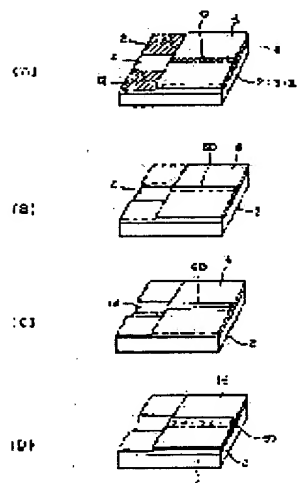
Priority	02 60922	Priority	14.03.1990	Priority	JP
number :		date :		country :	

(54) PRODUCTION OF OPTICAL WAVEGUIDE PARTS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the process for producing the optical waveguide parts which facilitates the connection to optical fibers and can enhance the reliability of a juncture.

CONSTITUTION: This process is constituted by including a stage for forming a low-refractive index layer 4 and a high-refractive index layer 6 in this order on an Si substrate 2, a stage for partially removing the high-refractive index layer to form a V-groove forming region so that the thickness of the low-refractive index layer in this region is nearly equal to the thickness of the high-refractive index layer, a stage for forming a 1st mask pattern 10 for an optical waveguide on the high-refractive index layer and removing the region of the width equidistant from the extension line of the 1st mask pattern on the V-groove forming region to form a 2nd mask pattern 12, a stage for forming a waveguide core 60 by etching and removing the prescribed part of the low-refractive index layer to expose the Si substrate, and a stage for etching the exposed Si substrate to form the V-groove 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's

decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-313710

(43) 公開日 平成4年(1992)11月5日

(51) Int.Cl.⁸G 0 2 B 6/30
6/12
6/24

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7132-2K

M 7036-2K

7139-2K

G 0 2 B 6/24

審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

(21) 出願番号 特願平3-53574

(22) 出願日 平成3年(1991)2月27日

(31) 優先権主張番号 特願平2-60922

(32) 優先日 平2(1990)3月14日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 磯野 秀樹

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 小松 昌志

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 野田 秀樹

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 昂

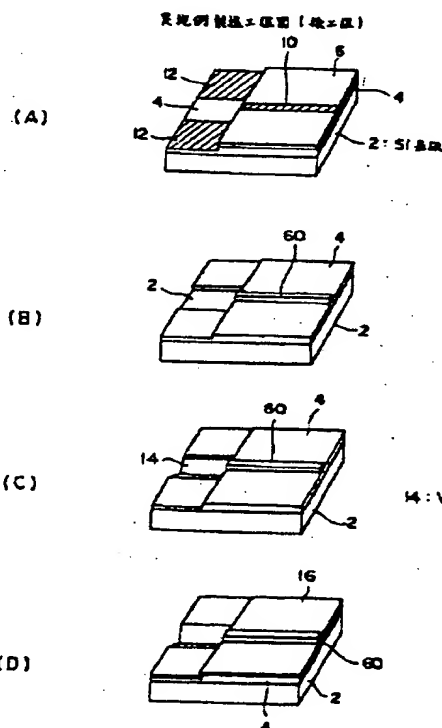
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路部品の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 光導波路部品の製造方法に関し、光ファイバとの接続が容易で且つ接続部の信頼性を高めることのできる光導波路部品の製造方法の提供を目的とする。

【構成】 Si基板2上に低屈折率層4及び高屈折率層6をこの順に形成する工程と、高屈折率層を部分的に除去してV溝形成領域とし、該領域における低屈折率層の厚みが高屈折率層の厚みとほぼ等しくなるようにする工程と、高屈折率層上に光導波路用の第1のマスクパターン10を形成し、V溝形成領域上に第1のマスクパターンの延長線から等距離の幅の領域を除き第2のマスクパターン12を形成する工程と、エッチングにより、導波路コア60を形成するとともに低屈折率層の所定部分を除去してSi基板を露出させる工程と、該露出したSi基板についてエッチングを行いV溝14を形成する工程とを含んで構成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Si基板(2)上に低屈折率層(4)及び高屈折率層(6)をこの順に形成する第1の工程と、上記高屈折率層(6)を部分的に除去してV溝形成領域とし、該領域における上記低屈折率層(4)の厚みが上記高屈折率層(6)の厚みとほぼ等しくなるようにする第2の工程と、上記高屈折率層(6)上に光導波路用の第1のマスクパターン(10)を形成し、上記V溝形成領域上に上記第1のマスクパターン(10)の延長線から等距離の幅の領域を除き第2のマスクパターン(12)を形成する第3の工程と、上記第1のマスクパターン(10)が形成された高屈折率層(6)及び上記第2のマスクパターン(12)が形成された低屈折率層(4)についてエッチングを行い、上記高屈折率層(6)の所定部分を除去して導波路コア(60)を形成すると共に、上記低屈折率層(4)の所定部分を除去して上記Si基板(2)を露出させる第4の工程と、該露出したSi基板(2)についてエッチングを行いV溝(14)を形成する第5の工程とを含んでなることを特徴とする光導波路部品の製造方法。

【請求項2】 上記第5の工程におけるエッチングはSi単結晶についての異方性エッチングであることを特徴とする請求項1に記載の光導波路部品の製造方法。

【請求項3】 上記V溝(14)を表面酸化して SiO_2 からなる薄膜層を形成する工程を含んでなることを特徴とする請求項1又は2に記載の光導波路部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光ファイバとの接続を要する光導波路部品の製造方法に関する。

【0002】 例えば光通信の分野においてシステムを構築するためには、光源装置、受光装置等の基本構成要素の他に、光変調器、光スイッチ、光合分波器等の種々の光部品が必要とされる。その形態の一つに光導波路型のものがある。光導波路部品は、導波路基板上に光導波路を形成し、この導波路内に光ビームを閉じ込めた状態で光路が設定されており、構造上小型化が容易で、プレーナ技術等を用いて量産することができるという利点を有している。この種の光導波路部品をシステムに組み入れるに際しては、光伝送路としての光ファイバと光導波路部品とを光学的及び機械的に接続する必要があり、上記接続が容易で確実な光導波路部品の提供が望まれている。

【0003】

【従来の技術】 従来、光導波路部品と光ファイバを接続する場合には、両者の相対位置を最適位置に調整した後、光学接着剤等を用いて光導波路端と光ファイバ端とを固定する方法が主流であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来技術による場合、光導波路と光ファイバの相対位置の最適調整に

2

長時間を要するので、接続が容易でないという問題がある。また、光ファイバの端面は微細であるから、光学接着剤等を用いて突き合わせ接着した場合、外力等に対する信頼性が低いという問題がある。

【0005】 本発明はこのような事情に鑑みて創作されたもので、光ファイバとの接続が容易で且つ接続部の信頼性を高めることのできる光導波路部品の製造方法の提供を目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上述した技術的課題を解決するためになされた本発明の光導波路部品の製造方法は、Si基板上に低屈折率層及び高屈折率層をこの順に形成する第1の工程と、上記高屈折率層を部分的に除去してV溝形成領域とし、該領域における上記低屈折率層の厚みが上記高屈折率層の厚みとほぼ等しくなるようにする第2の工程と、上記高屈折率層上に光導波路用の第1のマスクパターンを形成し、上記V溝形成領域上に上記第1のマスクパターンの延長線から等距離の幅の領域を除き第2のマスクパターンを形成する第3の工程と、上記第1のマスクパターンが形成された高屈折率層及び上記第2のマスクパターンが形成された低屈折率層についてエッチングを行い、上記高屈折率層の所定部分を除去して導波路コアを形成すると共に、上記低屈折率層の所定部分を除去して上記Si基板を露出させる第4の工程と、該露出したSi基板についてエッチングを行いV溝を形成する第5の工程とを含んでなるものである。

【0007】

【作用】 本発明の製造方法により製造された光導波路部品にあつては、Si基板のV溝に光ファイバを着座させることによって、光ファイバの端面を容易に光導波路の端面に突き合わせることができ、光ファイバと光導波路の接続が容易である。この接続を例えば接着剤により行った場合、端面同士のみならず光ファイバ側面とV溝の壁面も接着面となるから、接続部の信頼性が高い。本発明方法の第3の工程における第1及び第2のマスクパターンは、共通のマスクを用いて同時に形成することができ、また、第4の工程におけるエッチングによる導波路コアの形成及びSi基板の露出は同時に行うことができるので、Si基板にV溝を形成することが、V溝を形成しない場合に比べて製造工程をそれほど複雑にはしていない。

【0008】 本発明方法の第2の工程において、V溝形成領域における低屈折率層の厚みが高屈折率層の厚みとほぼ等しくなるような処理を行っているのは、一般に、導波路コアとなる高屈折率の厚みは導波路クラッドとなる低屈折率層の厚みよりも薄く、上記処理を施しておかないと、例えば第4の工程において高屈折率層及び低屈折率層についてのオーバーエッチング等の不都合が生じる恐れがあるからである。

【0009】また、本発明方法の第3の工程において、第2のマスクパターンの形成領域を、第1のマスクパターンの延長線から等距離の幅の領域としているのは、最終的に形成されるV溝に着座した光ファイバのコア端面と導波路コア端面の正確な突き合わせを容易にするためである。即ち、光ファイバの幾何学的中心に位置する光ファイバコアを、V溝の深さのみを調整することによって、導波路コアの端面に正確に向かい合わせることができ。

【0010】

【実施例】以下本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0011】図1は本発明の実施例における光導波路部品の製造工程（前工程）を示す図である。まず、(A)に示すように、例えばSi基板2を表面酸化させるか或いはCVD法により、SiO₂からなる一様な低屈折率層4をSi基板2上に形成する。この実施例では、後述するV溝の形成を容易に行うために、Si基板2は単結晶であり、その(100)面上に低屈折率層4が形成される。低屈折率層4の厚みは例えば20μmである。

【0012】次いで、(B)に示すように、例えばTiO₂がドーパされたSiO₂を例えばCVD法により低屈折率層4上に堆積させてこれをガラス化することによって、高屈折率層6を一様に形成する。高屈折率層6の厚みは例えば7μmである。その後、(C)に示すように、Cu、Cr等の金属膜からなるマスクパターン8を高屈折率層6上に部分的に形成する。マスクパターン8が形成された部分が導波路形成領域となる。しかる後、マスクパターン8が形成されていない部分についてドライエッチングを行い、その部分の高屈折率層6と低屈折率層4の表層部とを除去する。このとき、表層部が除去された低屈折率層の厚みが高屈折率層の厚みとほぼ等しくなるようなエッチング時間が設定される。その後、

(D)に示すようにマスクパターン8も除去する。低屈折率層4の薄くなった部分がV溝形成領域である。

【0013】図2は後工程を示す図である。まず、(A)に示すように、高屈折率層6上に光導波路用の第1のマスクパターン10を形成し、V溝形成領域上に第1のマスクパターン10の延長線から等距離の幅の領域を除き第2のマスクパターン12を形成する。第1のマスクパターン10の幅は導波路コアの幅に相当し、低屈折率層4における第2のマスクパターン12が形成されていない部分の幅はV溝の幅に一致する。第1のマスクパターン10と第2のマスクパターン12の位置関係は、接続される光導波路と光ファイバの位置関係に直接影響を及ぼすので、第1及び第2のマスクパターン10、12については正確な位置の確定がなされていることが要求される。この要求を満足させるためには、フォトリソグラフィ法を適用するに際して第1及び第2のマスクパターンを同一のマスクから形成するようにすれば

良い。

【0014】次いで、第1のマスクパターン10が形成された高屈折率層6及び第2のマスクパターン12が形成された低屈折率層4について、RIE装置（リアクティブイオンエッチング装置）等を用いてドライエッチングを行い、(B)に示すように第1及び第2のマスクパターンを除去する。このドライエッチングにより、高屈折率層6における第1のマスクパターン10が形成されていない部分が除去されて導波路コア60が形成され、低屈折率層4における第2のマスクパターン12が形成されていない部分が除去されてSi基板2の(100)面が露出する。このとき、エッチングにより除去される高屈折率層及び低屈折率層の厚みは、前述したようにほぼ等しいので、オーバーエッチング等の恐れがない。

【0015】しかる後、(C)に示すように、低屈折率層4をマスクとしてウエットエッチングを行い、Si基板2の露出部分にV溝14を形成する。エッチング液としては、4mol %のピロカテコールと46.4mol %のエチレンジアミンと49.4mol %の水の混合溶液を用いることができる。(100)面が露出したSi基板についてウエットエッチングを行うと、(111)面のエッチング速度は(100)面のエッチング速度と比べて著しく速いので、このエッチング速度の異方性により、図3に示すように、Si基板2には頂角θ₂が70.52°のV溝14が相似形を保ったまま成長する。エッチング時間等のエッチング条件によってV溝14の深さを特定することができる。この場合のV溝14の壁面はSi基板の(111)面であり、この面と(100)面即ちSi基板2の表面とがなす角θ₁は54.74°である。このようにSi基板2としてSi単結晶を用い、その結晶方位を特定しておくことによって、異方性エッチングにより容易に特定形状のV溝を形成することができる。

【0016】次いで、図2(D)に示すように、導波路コア60の周囲に位置するクラッド層として、ドーパントを含まないSiO₂層16を例えばCVD法により形成する。図示された例では、V溝14上にもSiO₂層16が形成されているが、後述するようにV溝14にはSiO₂層16を形成せずにV溝14の形状精度を高めるようにしても良い。

【0017】ところで、このように複数工程を経て導波路コア60を形成した場合、導波路コア60の端面が平坦ではなくなり、導波路コア60の端面に光ファイバを突き合えたときに接続損失が増大することがある。そこで、このような場合には、図4に示すように、導波路コア60とV溝14を分離する切断溝18をSi基板2の途中部分にまで形成しておくことと良い。切断溝18は例えばダイシングソーを用いて形成することができ、この切断溝18を形成して導波路コア60の端面を平坦にしておくことによって、導波路コア60と光ファイバの良好

な密着が確保され、接続損失が低減する。

【0018】図5は図4の光導波路部品をV溝側から見たA方向矢視図である。導波路コア60とV溝14の相対位置関係をマスクパターン形状により特定しておき、V溝14の深さをウェットエッチング条件等により特定しておくことによって、光ファイバ20をV溝14に着座させて光ファイバ端面と導波路端面とを突き合わせただけで、位置調整を行うことなしに高い結合効率での光ファイバの接続が可能になるものである。つまり、本実施例においては、導波路コア60を形成するための第1のマスクパターンの延長線から等距離の幅aの領域を除く部分に、V溝形成用の第2のマスクパターンを形成するようにしているの、断面がほぼ真円である光ファイバ20をV溝に着座させたときに、光ファイバの幾何学的中心に位置するコアの図中左右方向の位置は導波路コア60の同左右方向の位置に完全に一致し、従って、V溝の深さにより光ファイバの図中上下方向の位置を特定するだけで、高い光結合効率にて光ファイバと光導波路部品の接続が可能になるものである。V溝の深さの調整は、第2のマスクパターン間の距離2aやエッチング時間等の設定により行うことができる。この場合、光ファイバ20と導波路コア60の突き合わせ部の接合及び光ファイバ20の側面とV溝14の壁面の接合に接着剤を用い、場合によっては切断溝18に接着剤を充填することによって、信頼性の高い光ファイバと導波路の接続が可能になる。即ち、外力等によって容易には接続が劣化することがない。

【0019】以上説明した実施例においては、Si基板を表面酸化するか或いはCVD法によって低屈折率層を形成しているが、本発明はこれに限定されない。例えば、Si基板上にスチレンポリマ等のプラスチックからなる低屈折率層を形成し、その上にPMMA等のプラスチックからなる高屈折率層を形成するようにしても良い。

【0020】ところで、図示された例のように、図2(D)に示された工程でV溝上にもSiO₂層を形成した場合、この層の厚みの不均一性に起因して、V溝に着座した光ファイバの位置の確定精度が劣化することがある。V溝上に新たにSiO₂層を形成せずに、光ファイバを直接Siが露出したV溝上に着座させれば、上述の問題は生じないが、この場合には、光ファイバの主成分であるSiO₂の線熱膨張係数とV溝を形成するSiの線熱膨張係数が異なるので、光ファイバのV溝への固定方法が加熱を伴わないものに限定され、或いは、光ファイバをV溝に固定した後のこの光導波路部品の使用温度範囲が限定されるという問題が生じる。

【0021】そこで、図2(D)に示された工程ではV溝上にはSiO₂層を新たに形成しないようにし、図2(C)に示された工程の後或いは図2(D)に示された工程の後に、光導波路部品を加熱炉内で適当な時間1100~1200℃に加熱して、V溝のSiの表層を例えば約10μmの深さまで熱酸化させてガラス化し、SiO₂からなる薄膜層を形成するようにする。この薄膜層は、新たに付加されたSiO₂層とは異なり、V溝の形状を殆ど変化させることがないから、光ファイバの位置の確定精度を向上させることができる。

【0022】この場合、例えばCO₂レーザを用いたスポット溶接によって光ファイバをV溝に固定することができ、固定の信頼性が高まるとともに、完成した光導波路部品の使用可能温度範囲が拡大される。また、V溝に着座した光ファイバの接触部分は光ファイバと線熱膨張係数がほぼ等しいV溝の表層部分(SiO₂)であるので、光ファイバをV溝に固定する際あるいは完成した光導波路部品を使用する際にV溝等にクラックが生じる恐れがない。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、光ファイバとの接続が容易で且つ接続部の信頼性を高めることができる光導波路部品の製造方法の提供が可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における光導波路部品の製造工程（前工程）を示す図である。

【図2】本発明の実施例における光導波路部品の製造工程（後工程）を示す図である。

【図3】本発明の実施例におけるV溝の説明図である。

【図4】本発明の実施例を示す光導波路部品の側面図である。

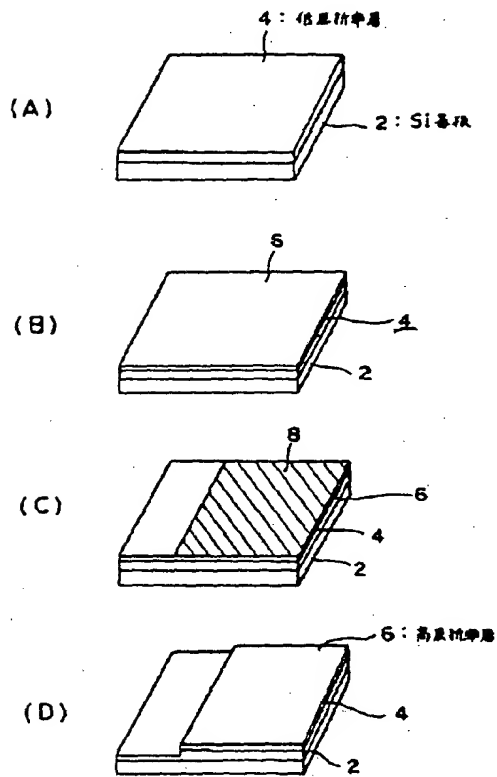
【図5】図4におけるA方向矢視図である。

【符号の説明】

- 2 Si基板
- 4 低屈折率層
- 6 高屈折率層
- 10 第1のマスクパターン
- 12 第2のマスクパターン
- 14 V溝
- 60 導波路コア

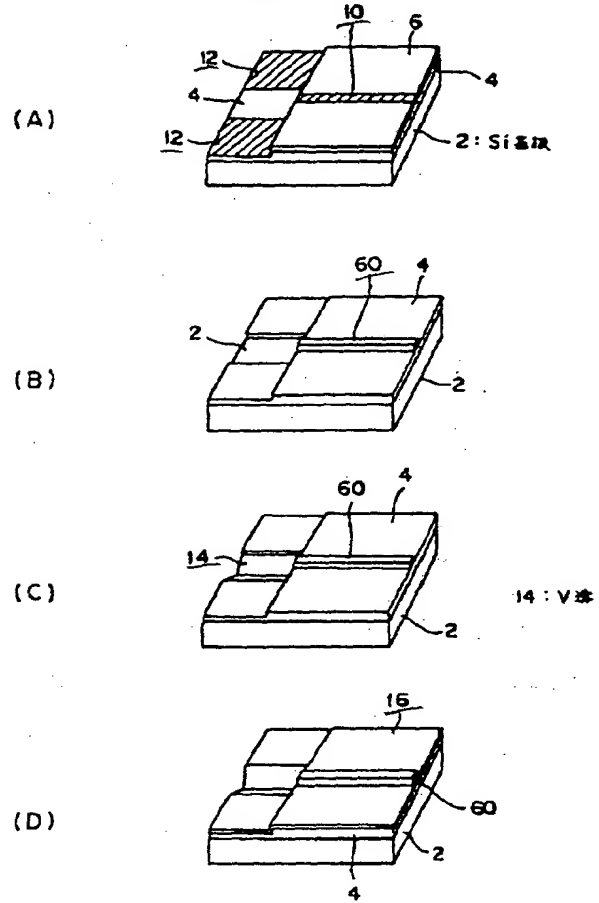
【圖1】

實施例製造工程圖(前工程)



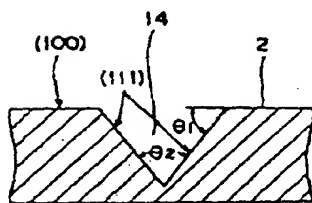
【圖2】

實施例製造工程圖(後工程)



【圖3】

V溝の說明圖

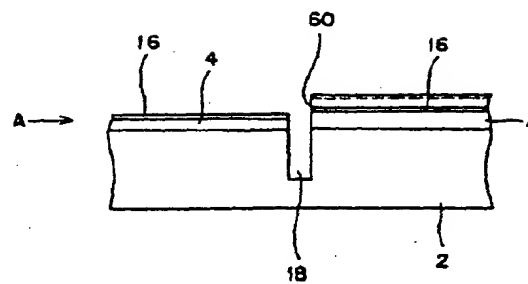


$$\theta_1 = 54.74^\circ$$

$$\theta_2 = 70.52^\circ$$

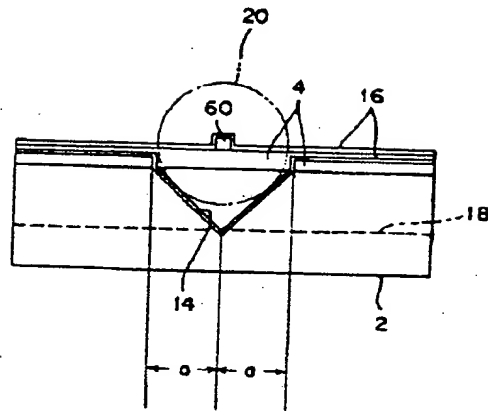
【圖4】

實施例側面圖



【図5】

A方向矢視図



フロントページの続き

(72) 発明者 服部 和枝
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 大森 康弘
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内